

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

015142478 **Image available**

WPI Acc No: 2003-203005/200320

XRPX Acc No: N03-161717

Digital signal processing method e.g. for video signals, involves
determining minimum distance between two samples and between copies of
one sample and other sample

Patent Assignee: CANON RES CENT FRANCE SA (CANO)

Inventor: HENRY F

Number of Countries: 028 Number of Patents: 005

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 1263236	A2	20021204	EP 2002291286	A	20020527	200320 B
FR 2829858	A1	20030321	FR 200112064	A	20010918	200323
US 20030063804	A1	20030403	US 2002155227	A	20020528	200325
FR 2831729	A1	20030502	FR 200113922	A	20011026	200331
JP 2003115766	A	20030418	JP 2002154594	A	20020528	200335

Priority Applications (No Type Date): FR 200113922 A 20011026; FR 20016933
A 20010528; FR 200112064 A 20010918

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

EP 1263236	A2	E	48	H04N-007/26	
------------	----	---	----	-------------	--

Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT
LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI TR

FR 2829858	A1		G06T-009/00
------------	----	--	-------------

US 20030063804	A1		G06K-009/36
----------------	----	--	-------------

FR 2831729	A1		H03M-007/30
------------	----	--	-------------

JP 2003115766	A	121	H03M-007/36
---------------	---	-----	-------------

Abstract (Basic): EP 1263236 A2

NOVELTY - Extreme coordinates of area that encloses all the samples
are determined on each axis of the coordinates of the coordinate
system. Copies of a sample are obtained by translating the sample in
different directions and according to a value which depends on the
extreme coordinates. Minimum distance between two samples and between
copies of the sample and other sample are determined.

DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are included for the
following:

- (1) Encoded digital signal processing method;
- (2) Digital signal processing device;
- (3) Encoded digital signal processing device;
- (4) Data processing apparatus;
- (5) Information storage medium storing instructions for digital
signal processing;
- (6) Information storage medium storing instruction for processing
digital signal in encoded form;
- (7) Computer program for processing digital signal;
- (8) Computer program for processing digital signal in encoded form;
- (9) Digital signal encoding method;
- (10) Encoded digital signal transmission method;
- (11) Digital signal decoding method;
- (12) Digital signal encoding device;
- (13) Encoded digital signal transmitting device;
- (14) Digital signal decoding device;
- (15) Digital signal encoding program storage medium;
- (16) Digital signal decoding program storage medium;
- (17) Digital signal transmitting program storage medium;

- (18) Digital signal encoding program;
- (19) Digital signal transmitting program;
- (20) Digital signal decoding program;
- (21) Data set encoding method;
- (22) Data set decoding method;
- (23) Data set encoding device;
- (24) Data set decoding device;
- (25) Storage medium storing program for encoding data set;
- (26) Computer program for encoding data set;
- (27) Computer program for decoding data set;
- (28) Digital image processing device; and
- (29) Digital image processing program storage medium.

USE - For processing digital signal such as images, video signal, audio signal, computer signals, signals output by facsimile, digital camera, digital camcorder, scanner, printer, photocopier, system of database management, and multi-dimensional signals.

ADVANTAGE - Reduces the number of bits necessary for encoding samples of digital images, thereby improving the through-put.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure illustrates the algorithm of process of digital signal processing.

pp; 48 DwgNo 10/21

Title Terms: DIGITAL; SIGNAL; PROCESS; METHOD; VIDEO; SIGNAL; DETERMINE;
MINIMUM; DISTANCE; TWO; SAMPLE; COPY; ONE; SAMPLE; SAMPLE

Derwent Class: T01; W02; W04

International Patent Class (Main): G06K-009/36; G06T-009/00; H03M-007/30;
H03M-007/36; H04N-007/26

International Patent Class (Additional): G06T-009/20; H03M-007/40;
H04N-001/41; H04N-007/24; H04N-007/30; H04N-007/50

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): T01-J10D; T01-S03; W02-F07M; W04-P01A

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①⑪ N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 831 729

②① N° d'enregistrement national : 01 13922

⑤① Int Cl⁷ : H 03 M 7/30, H 04 N 7/30

①⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 26.10.01.

③⑩ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.05.03 Bulletin 03/18.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥⑩ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : CANON RESEARCH CENTRE
FRANCE SA Société anonyme — FR.

⑦② Inventeur(s) : HENRY FELIX.

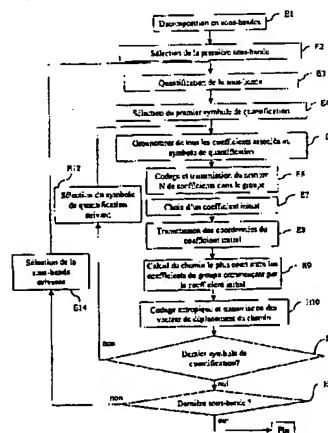
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : RINUY SANTARELLI.

⑤④ CODAGE ET DECODAGE DE SIGNAL NUMERIQUE.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé de codage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques, l'ensemble de données comportant des coefficients, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- quantification (E3) des coefficients à l'aide d'un ensemble prédéterminé de symboles de quantification,
- comptage (E6) du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,
- codage (E6) du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,
- détermination (E8, E9) de l'emplacement de chacun des coefficients associés à chacun des symboles de quantification, et
- codage (E10) des emplacements des coefficients.



FR 2 831 729 - A1



5

10 La présente invention concerne d'une manière générale le codage de signal numérique et propose à cette fin un dispositif et un procédé de codage d'un signal numérique. Elle concerne également un procédé et un dispositif de décodage correspondants au procédé et au dispositif de codage.

Le codage a pour but de compresser le signal, ce qui permet de
15 transmettre, respectivement mémoriser, le signal numérique en réduisant le temps de transmission, ou le débit de transmission, respectivement en réduisant la place mémoire utilisée.

L'invention se situe dans le domaine de la compression avec perte de signaux numériques. Les signaux numériques considérés ici sont de nature
20 quelconque, par exemple des images fixes, de la vidéo, du son, des données informatiques.

Dans la suite, on considère plus particulièrement le codage et le décodage d'une image fixe.

La norme JPEG2000, dont la description est disponible via le réseau
25 Internet à l'adresse <http://www.jpeg.org>, constitue actuellement la méthode de référence pour coder et décoder une image numérique.

Cette méthode procure des résultats satisfaisants notamment du point de vue des performances en compression, c'est-à-dire le rapport entre la qualité de l'image restituée après décodage et la taille du fichier compressé.

30 Cependant, ces résultats sont perfectibles.

La présente invention vise à fournir un procédé et un dispositif de codage de signal numérique qui permettent un codage compact du signal numérique.

A cette fin, l'invention propose un procédé de codage d'un ensemble
5 de données représentatives de grandeurs physiques, l'ensemble de données comportant des coefficients,

caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- quantification des coefficients à l'aide d'un ensemble prédéterminé
de symboles de quantification,
- 10 - comptage du nombre de coefficients associés à chacun des
symboles de quantification,
- codage du nombre de coefficients associés à chacun des symboles
de quantification,
- détermination de l'emplacement de chacun des coefficients
15 associés à chacun des symboles de quantification, et
- codage des emplacements des coefficients.

L'invention permet d'obtenir de bonnes performances en
compression, c'est-à-dire un rapport élevé entre la qualité du signal restitué
20 après décodage et la taille du fichier compressé.

Ainsi, pour une même qualité d'image, le fichier compressé obtenu
selon l'invention est plus petit que celui obtenu en appliquant la méthode
JPEG2000. Réciproquement, pour une même taille de fichier, l'image restituée
après décodage selon l'invention présente une meilleure qualité que celle
25 obtenue en appliquant la méthode JPEG2000.

Selon une caractéristique préférée, les emplacements des
coefficients sont déterminés par :

- les coordonnées d'un coefficient initial dans l'ensemble de
données,
- 30 - des vecteurs de déplacement pour les autres coefficients, le
vecteur de déplacement d'un coefficient étant calculé à partir d'un autre
coefficient associé au même symbole.

Les emplacements sont ainsi codés de manière compacte.

Selon une caractéristique préférée, le codage des emplacements des coefficients comporte un codage entropique des vecteurs de déplacement.

5 Ce type de codage est simple à mettre en œuvre et offre de bonnes performances.

En alternative, selon une caractéristique préférée, les emplacements des coefficients sont représentés par leurs coordonnées dans l'ensemble de données.

10 Les emplacements sont alors déterminés de manière plus simple que selon la première possibilité.

Selon une caractéristique préférée, le codage des emplacements des coefficients comporte un codage entropique des coordonnées des coefficients.

Là aussi, ce type de codage s'avère performant.

15 Selon une caractéristique préférée, l'ensemble de données est un signal de sous-bande de fréquence résultant d'une décomposition en sous-bandes d'un signal initial.

20 La décomposition d'un signal en sous-bandes de fréquence ne crée aucune compression en elle-même, mais permet de décorrélérer le signal de façon à en éliminer la redondance préalablement à la compression proprement dite. Les sous-bandes sont ainsi codées de manière plus efficace que le signal d'origine.

25 L'invention concerne aussi un procédé de décodage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques codé par le procédé de codage précédemment présenté,

caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- décodage du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,
- décodage de l'emplacement de chacun des coefficients associés à
- 30 chacun des symboles de quantification,
- mise de chacun des coefficients à la valeur du symbole de quantification qui lui correspond.

Le procédé de décodage permet de restituer l'image.

Selon une caractéristique préférée, le décodage de l'emplacement d'un coefficient comporte le décodage du vecteur de déplacement qui lui correspond.

- 5 En alternative, selon une caractéristique préférée, le décodage de l'emplacement d'un coefficient comporte le décodage de ses coordonnées.

Le décodage de l'emplacement d'un coefficient dépend bien entendu de la manière dont cet emplacement a été codé.

- 10 Corrélativement, l'invention concerne un dispositif de codage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques, l'ensemble de données comportant des coefficients,

caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de quantification des coefficients à l'aide d'un ensemble prédéterminé de symboles de quantification,
- 15 - des moyens de comptage du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,
- des moyens de codage du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,
- des moyens de détermination de l'emplacement de chacun des
- 20 coefficients associés à chacun des symboles de quantification, et
- des moyens de codage des emplacements des coefficients.

Le dispositif de codage possède des moyens de mise en œuvre des caractéristiques précédentes.

- 25 L'invention concerne encore un dispositif de décodage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques codé par le dispositif précédemment présenté,

caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de décodage du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,
- 30 - des moyens de décodage de l'emplacement de chacun des coefficients associés à chacun des symboles de quantification,

- des moyens de mise de chacun des coefficients à la valeur du symbole de quantification qui lui correspond.

Le dispositif de décodage possède des moyens de mise en œuvre
5 des caractéristiques précédentes.

Le dispositif de codage, le procédé et le dispositif de décodage présentent des avantages analogues à ceux précédemment présentés.

L'invention concerne aussi un appareil numérique incluant le dispositif selon l'invention, ou des moyens de mise en œuvre du procédé selon
10 l'invention. Cet appareil numérique est par exemple un appareil photographique numérique, un caméscope numérique, un scanner, une imprimante, un photocopieur, un télécopieur. Les avantages du dispositif et de l'appareil numérique sont identiques à ceux précédemment exposés.

Un moyen de stockage d'information, lisible par un ordinateur ou par
15 un microprocesseur, intégré ou non au dispositif, éventuellement amovible, mémorise un programme mettant en œuvre le procédé selon l'invention.

Un programme d'ordinateur lisible par un microprocesseur et comportant une ou plusieurs séquence d'instructions est apte à mettre en œuvre les procédés selon l'invention.

20

Les caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture d'un mode préféré de réalisation illustré par les dessins ci-joints, dans lesquels :

- la figure 1 est un mode de réalisation d'un dispositif mettant en
25 œuvre l'invention,

- la figure 2 représente un dispositif de codage selon l'invention et un dispositif de décodage correspondant,

- la figure 3 est un mode de réalisation de procédé de codage selon l'invention,

30 - la figure 4 est un mode de réalisation de procédé de décodage selon l'invention,

- la figure 5 représente un circuit de décomposition en sous bandes de fréquence inclus dans le dispositif de codage selon l'invention,

- la figure 6 est une image numérique à coder selon la présente invention,

5 - la figure 7 est une image décomposée en sous-bandes selon la présente invention.

Selon le mode de réalisation choisi et représenté à la **figure 1**, un dispositif mettant en œuvre l'invention est par exemple un micro-ordinateur 10
10 connecté à différents périphériques, par exemple une caméra numérique 107 (ou un scanner, ou tout moyen d'acquisition ou de stockage d'image) reliée à une carte graphique et fournissant des informations à traiter selon l'invention.

Le dispositif 10 comporte une interface de communication 112 reliée à un réseau 113 apte à transmettre des données numériques à traiter ou
15 inversement à transmettre des données traitées par le dispositif. Le dispositif 10 comporte également un moyen de stockage 108 tel que par exemple un disque dur. Il comporte aussi un lecteur 109 de disque 110. Ce disque 110 peut être une disquette, un CD-ROM, ou un DVD-ROM, par exemple. Le disque 110 comme le disque 108 peuvent contenir des données traitées selon l'invention
20 ainsi que le ou les programmes mettant en œuvre l'invention qui, une fois lu par le dispositif 10, sera stocké dans le disque dur 108. Selon une variante, le programme permettant au dispositif de mettre en œuvre l'invention, pourra être stocké en mémoire morte 102 (appelée ROM sur le dessin). En seconde variante, le programme pourra être reçu pour être stocké de façon identique à
25 celle décrite précédemment par l'intermédiaire du réseau de communication 113.

Le dispositif 10 est relié à un microphone 111. Les données à traiter selon l'invention seront dans ce cas du signal audio.

Ce même dispositif possède un écran 104 permettant de visualiser
30 les données à traiter ou de servir d'interface avec l'utilisateur qui peut ainsi paramétrer certains modes de traitement, à l'aide du clavier 114 ou de tout autre moyen (souris par exemple).

L'unité centrale 100 (appelée CPU sur le dessin) exécute les instructions relatives à la mise en œuvre de l'invention, instructions stockées dans la mémoire morte 102 ou dans les autres éléments de stockage. Lors de la mise sous tension, les programmes de traitement stockés dans une mémoire
5 non volatile, par exemple la ROM 102, sont transférés dans la mémoire vive RAM 103 qui contiendra alors le code exécutable de l'invention ainsi que des registres pour mémoriser les variables nécessaires à la mise en œuvre de l'invention.

De manière plus générale, un moyen de stockage d'information,
10 lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur, intégré ou non au dispositif, éventuellement amovible, mémorise un programme mettant en œuvre le procédé selon l'invention.

Le bus de communication 101 permet la communication entre les différents éléments inclus dans le micro-ordinateur 10 ou reliés à lui. La
15 représentation du bus 101 n'est pas limitative et notamment l'unité centrale 100 est susceptible de communiquer des instructions à tout élément du micro-ordinateur 10 directement ou par l'intermédiaire d'un autre élément du micro-ordinateur 10.

20 En référence à la **figure 2**, un mode de réalisation de dispositif de codage 2 selon l'invention est destiné à coder un signal numérique dans le but de le compresser. Le dispositif de codage est intégré dans un appareil, qui est par exemple un appareil photographique numérique, un caméscope numérique, un scanner, une imprimante, un photocopieur, un télécopieur, un
25 système de gestion de base de données, ou encore un ordinateur.

Une source d'image 1 fournit une image numérique au dispositif de codage 2, dont le fonctionnement sera détaillé dans la suite.

Le dispositif selon l'invention comporte :

- des moyens 20 de décomposition de l'image en sous-bandes de
30 fréquence,

- des moyens 21 de quantification des coefficients des sous-bandes de fréquence, à l'aide d'un ensemble prédéterminé de symboles de quantification,

- des moyens 22 de comptage du nombre de coefficients associés à
5 chacun des symboles de quantification,

- des moyens 23 de codage du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,

- des moyens 24 de détermination de l'emplacement de chacun des coefficients associés à chacun des symboles de quantification, et

- 10 - des moyens 25 de codage des emplacements des coefficients.

Le dispositif de codage fournit un fichier contenant des données représentant l'image compressée à des moyens de transmission et/ou de mémorisation 3. Ces moyens sont classiques et ne seront pas décrits ici.

Les moyens 3 sont reliés à un dispositif de décodage 4 selon
15 l'invention.

Le dispositif de décodage comporte :

- des moyens 40 de décodage du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,

- des moyens 40 de décodage de l'emplacement de chacun des
20 coefficients associés à chacun des symboles de quantification,

- des moyens 41 de mise de chacun des coefficients à la valeur du symbole de quantification qui lui correspond. Des sous-bandes de fréquence quantifiées sont ainsi formées.

Le dispositif de décodage 4 comporte en outre des moyens 42 de
25 déquantification des sous bandes quantifiées. Enfin, des moyens 43 de synthèse des sous-bandes de fréquence fournissent une image décodée à un dispositif 5 d'exploitation de l'image décodée. Le dispositif 5 comporte par exemple un écran de visualisation pour afficher l'image décodée.

Il est à noter que le dispositif de codage et le dispositif de décodage
30 peuvent être intégrés dans un même appareil, par exemple l'ordinateur 10 de la figure 1.

La **figure 3** représente un mode de réalisation de procédé de codage d'une image, selon l'invention. Ce procédé est mis en œuvre dans le dispositif de codage et comporte des étapes E1 à E14:

Le procédé est réalisé sous la forme d'un algorithme qui peut être
5 mémorisé en totalité ou en partie dans tout moyen de stockage d'information capable de coopérer avec le microprocesseur. Ce moyen de stockage est lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur. Ce moyen de stockage est intégré ou non au dispositif, et peut être amovible. Par exemple, il peut comporter une bande magnétique, une disquette ou un CD-ROM (disque
10 compact à mémoire figée).

L'étape E1 est une décomposition en sous-bandes de fréquences d'une image numérique IM à traiter selon l'invention.

Le signal est décomposé en sous-bandes de fréquence à plusieurs niveaux de résolution par une transformation en ondelettes discrètes dite DWT
15 (d'après l'anglais Discrete Wavelet Transform). D'autres types de décomposition peuvent être utilisés, par exemple des pyramides Gaussiennes/Laplaciennes ou des transformations en cosinus discrètes dites DCT. Dans la suite, on considère plus particulièrement le cas de la transformation en ondelettes discrètes à M niveaux de résolution.

20 Dans la suite, sont décrits en référence aux figures 5 à 7, un circuit de décomposition en sous-bandes de fréquence, ainsi qu'une image traitée par ce circuit.

L'étape suivante E2 est la sélection d'une première sous-bande résultant de la décomposition précédente. Les sous-bandes sont considérées
25 une par une.

L'étape suivante E3 est une quantification scalaire de la sous-bande courante. Cette quantification est classique et consiste globalement à transformer chaque valeur réelle de coefficient de la sous-bande en un symbole de quantification.

30 De manière classique, un ensemble prédéterminé de symbole de quantification est utilisé. Un symbole de quantification est associé à un

intervalle de l'ensemble des réels et tout coefficient appartenant à cet intervalle est quantifié par ce symbole.

Pour cela, un pas de quantification est choisi et chaque coefficient est divisé par ce pas de quantification et le résultat est arrondi à l'entier le plus
5 proche. Cet entier est le symbole de quantification du coefficient considéré.

Le résultat de l'étape E3 est une sous-bande quantifiée, contenant un ensemble de symboles de quantification respectivement associés au coefficient de la sous-bande courante.

L'étape suivante E4 est la sélection d'un symbole de quantification
10 de la sous-bande quantifiée.

L'étape suivante E5 est un groupement de tous les coefficients de la sous-bande associés au symbole de quantification courant.

A l'étape suivante E6, le nombre N de coefficients du groupe courant est déterminé. Ce nombre est codé et transmis ou mémorisé.

L'étape suivante E7 est la sélection d'un coefficient initial dans le
15 groupe des coefficients de la sous-bande associés au symbole de quantification courant.

A l'étape suivante E8, les coordonnées du coefficient initial sont transmises ou mémorisées. Ces coordonnées font partie des données de
20 codage de la sous-bande courante. Par exemple, si la taille de la sous-bande courante est de 32 x 32 coefficients, un code binaire de cinq bits est utilisé pour représenter l'abscisse et un code binaire de cinq bits est utilisé pour représenter l'ordonnée du coefficient initial.

L'étape suivante E9 est le calcul du chemin le plus court pour
25 parcourir tous les coefficients du groupe courant. Ce calcul est effectué selon une technique bien connue de résolution du « problème du voyageur de commerce ». De telles techniques sont par exemple décrites par R. E. Burkard et Al. dans « Well-solvable special cases of the TSP : a survey », SPEZIALFORSCHUNGSBEREICH F003, Bericht n°52, décembre 1995.

Un exemple de résolution de ce problème est également donné à
30 l'adresse Internet <http://itp.nat.uni-magdeburg.de/~mertens/TSP/node2.html>.

Cette méthode est appelée « méthode par insertion » et repose sur l'idée principale de construire d'abord un parcours comportant un sous-ensemble des coefficients à parcourir.

Par exemple, trois coefficients sont choisis au hasard et sont reliés.

- 5 Ensuite, pour chaque coefficient à insérer dans le parcours, on calcule entre quelles paires successives de coefficients du parcours il s'insère en augmentant le moins possible le parcours. Le coût du coefficient considéré est ainsi déterminé.

Le coefficient de coût minimal est alors inséré dans le parcours.

- 10 Ce processus est réitéré jusqu'à insertion de tous les coefficients.

Le parcours ainsi obtenu a une longueur faible, sans qu'elle soit nécessairement la plus petite.

- Le résultat de l'étape E9 est un ensemble de vecteurs de déplacement correspondant au parcours de distance minimale des coefficients
15 du groupe courant.

L'étape suivante E10 est un codage entropique des vecteurs de déplacement précédemment déterminés. Le codage utilisé ici est par exemple un codage de Huffman ou un codage arithmétique. Les vecteurs codés sont transmis ou mémorisés.

- 20 Ainsi, en résultat des étapes E6 à E10, la forme codée d'un groupe d'une sous-bande comporte le nombre de coefficients du groupe, les coordonnées du coefficient initial et les vecteurs de déplacement. Comme on l'a vu, le nombre de coefficients et les vecteurs de déplacement sont codés.

- En variante, les étapes E8 à E10 sont modifiées de la manière
25 suivante. On ne considère pas les vecteurs de déplacement des coefficients, mais les coordonnées de chacun des vecteurs de déplacement. Ces coordonnées sont alors codées selon un codage entropique puis transmises ou mémorisées.

- Dans cette variante, la forme codée d'un groupe d'une sous-bande
30 comporte le nombre de coefficients du groupe et les coordonnées de tous les coefficients du groupe.

L'étape suivante E11 est un test pour déterminer si tous les symboles de quantification utilisés dans la sous-bande courante ont été considérés.

Si la réponse est négative, alors l'étape E11 est suivie de l'étape
5 E12 à laquelle un symbole de quantification suivant est considéré. L'étape E12 est suivie de l'étape E5 précédemment décrite.

Lorsque tous les symboles de la sous-bande courante ont été traités, la réponse est positive à l'étape E11 et cette étape est suivie de l'étape E13 qui est un test pour déterminer si toutes les sous-bandes ont été traitées.

10 Lorsque la réponse est négative, alors cette étape est suivie de l'étape E14 à laquelle une sous-bande suivante est sélectionnée. L'étape E14 est suivie de l'étape E3 précédemment décrite.

Lorsqu'à l'étape E13 la réponse est positive, cela signifie que toutes les sous-bandes ont été traitées et le codage de l'image est terminé.

15

La **figure 4** représente un mode de réalisation de procédé de décodage de données préalablement codées selon le procédé de la figure 3.

Ce procédé est mis en œuvre dans le dispositif de décodage et comporte des étapes E21 à E33.

20 Le procédé est réalisé sous la forme d'un algorithme qui peut être mémorisé en totalité ou en partie dans tout moyen de stockage d'information capable de coopérer avec le microprocesseur. Ce moyen de stockage est lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur. Ce moyen de stockage est intégré ou non au dispositif, et peut être amovible. Par exemple, il peut
25 comporter une bande magnétique, une disquette ou un CD-ROM (disque compact à mémoire figée).

Les données à décoder sont les données codées de groupes formés dans les sous-bandes de l'image initiale.

L'étape E21 est la sélection d'une première sous-bande. Les sous-
30 bandes sont considérées une par une.

L'étape suivante E22 est la sélection d'un symbole de quantification. Tous les symboles de quantification possibles sont successivement considérés.

L'étape suivante E23 est le décodage du nombre N de coefficients de la sous-bande courante qui appartiennent au groupe du symbole de quantification courant. On rappelle que ce nombre fait partie des données de codage du groupe courant. Le nombre N permet ici de savoir combien de
5 coefficients sont à décoder.

Dans la suite, pour simplifier, on considère que le nombre N est non nul, c'est-à-dire que les symboles de quantification possibles qui sont considérés correspondent effectivement à un groupe de la sous bande courante de l'image.

10 L'étape suivante E24 est la lecture des coordonnées du coefficient initial du groupe courant.

L'étape suivante E25 est le décodage entropique des vecteurs de déplacement du groupe courant de coefficients. Le décodage correspond au codage qui a été réalisé à l'étape E9.

15 L'étape suivante E26 est le calcul des emplacements des N coefficients du groupe courant. Ce calcul correspond à l'étape E8 précédemment décrite. A partir du coefficient initial, les emplacements des coefficients du groupe courant sont déterminés.

En variante, lorsque tous les emplacements des coefficients sont
20 représentés directement par leurs coordonnées, alors ces coordonnées sont décodées, ce qui détermine les emplacements.

A l'étape suivante E27, les coefficients du groupe courant sont mis à la valeur du symbole de quantification leur correspondant.

25 L'étape suivante E28 est un test pour déterminer si le symbole de quantification courant est le dernier à traiter. Si la réponse est négative, alors cette étape est suivie de l'étape E29 à laquelle un symbole de quantification suivant est sélectionné, de manière à considérer un autre groupe de coefficients. L'étape E29 est suivie de l'étape E23 précédemment décrite.

Lorsque la réponse est positive à l'étape E28, alors cette étape est
30 suivie de l'étape E30 à laquelle la sous-bande courante est déquantifiée.

L'étape suivante E31 est un test pour déterminer si la sous-bande courante est la dernière à traiter. Si la réponse est négative, alors cette étape

est suivie de l'étape E32 à laquelle une sous-bande suivante est considérée. L'étape E32 est suivie de l'étape E22 précédemment décrite.

Lorsque la réponse est positive à l'étape E31, alors cette étape est suivie de l'étape E33 qui est une transformation en ondelettes discrètes inverse
5 des sous-bandes de l'image. Le résultat est une image décodée.

Selon la **figure 5**, le circuit 20 comporte trois blocs successifs d'analyse pour décomposer l'image IM en des sous-bandes selon trois niveaux de résolution.

10 De manière générale, la résolution d'un signal est le nombre d'échantillons par unité de longueur utilisés pour représenter ce signal. Dans le cas d'un signal d'image, la résolution d'une sous-bande est liée au nombre d'échantillons par unité de longueur pour représenter cette sous-bande. La résolution dépend notamment du nombre de décimations effectuées.

15 Le premier bloc d'analyse reçoit le signal numérique d'image et l'applique à deux filtres numériques respectivement passe-bas et passe-haut 210 et 220 qui filtrent le signal d'image selon une première direction, par exemple horizontale dans le cas d'un signal d'image. Après passage par des décimateurs par deux 2100 et 2200, les signaux filtrés résultant sont respectivement
20 appliqués à deux filtres passe-bas 230 et 250, et passe-haut 240 et 260, qui les filtrent selon une seconde direction, par exemple verticale dans le cas d'un signal d'image. Chaque signal filtré résultant passe par un décimateur par deux respectif 2300, 2400, 2500 et 2600. Le premier bloc délivre en sortie quatre sous-
25 bandes LL_1 , LH_1 , HL_1 et HH_1 de résolution RES_1 la plus élevée dans la décomposition.

La sous-bande LL_1 comporte les composantes, ou coefficients, de basse fréquence, selon les deux directions, du signal d'image. La sous-bande LH_1 comporte les composantes de basse fréquence selon une première direction et de haute fréquence selon une seconde direction, du signal d'image. La sous-
30 bande HL_1 comporte les composantes de haute fréquence selon la première direction et les composantes de basse fréquence selon la seconde direction.

Enfin, la sous-bande HH_1 comporte les composantes de haute fréquence selon les deux directions.

Chaque sous-bande est une image construite à partir de l'image d'origine, qui contient de l'information correspondant à une orientation
5 respectivement verticale, horizontale et diagonale de l'image, dans une bande de fréquence donnée.

La sous-bande LL_1 est analysée par un bloc d'analyse analogue au précédent pour fournir quatre sous-bandes LL_2 , LH_2 , HL_2 et HH_2 de niveau de résolution RES_2 intermédiaire dans la décomposition. La sous-bande LL_2
10 comporte les composantes de basse fréquence selon les deux directions d'analyse, et est à son tour analysée par le troisième bloc d'analyse analogue aux deux précédents. Le troisième bloc d'analyse fournit des sous-bandes LL_3 , LH_3 , HL_3 et HH_3 , de résolution RES_3 la plus faible dans la décomposition, résultant du découpage en sous-bandes de la sous-bande LL_2 .

15 Chacune des sous-bandes de résolution RES_2 et RES_3 correspond également à une orientation dans l'image.

La décomposition effectuée par le circuit 20 est telle qu'une sous-bande d'une résolution donnée est découpée en quatre sous-bandes de résolution inférieure et a donc quatre fois plus de coefficients que chacune des
20 sous-bandes de résolution inférieure.

Une image numérique IM en sortie de la source d'image 1 est représentée de manière schématique à la **figure 6**, tandis que la **figure 7** représente l'image IMD résultant de la décomposition de l'image IM, en dix sous-bandes selon trois niveaux de résolution, par le circuit 20. L'image IMD comporte
25 autant d'information que l'image d'origine IM, mais l'information est fréquemment découpée selon trois niveaux de résolution.

Le niveau de plus basse résolution RES_3 comporte les sous-bandes LL_3 , HL_3 , LH_3 et HH_3 , c'est-à-dire les sous-bandes de basse fréquence selon les deux directions d'analyse. Le second niveau de résolution RES_2 comporte les
30 sous-bandes HL_2 , LH_2 et HH_2 et le niveau de plus haute résolution RES_1 comporte les sous-bandes de plus haute fréquence HL_1 , LH_1 et HH_1 .

La sous-bande LL_3 de plus basse fréquence est une réduction de l'image d'origine. Les autres sous-bandes sont des sous-bandes de détail.

Bien entendu, le nombre de niveaux de résolution, et par conséquent de sous-bandes, peut être choisi différemment, par exemple 13 sous-bandes et
5 quatre niveaux de résolution, pour un signal bi-dimensionnel tel qu'une image. Le nombre de sous-bandes par niveau de résolution peut également être différent. Les circuits d'analyse et de synthèse sont adaptés à la dimension du signal traité.

Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux
10 modes de réalisation décrits et représentés, mais englobe, bien au contraire, toute variante à la portée de l'homme du métier.

REVENDICATIONS

- 5 1. Procédé de codage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques, l'ensemble de données comportant des coefficients, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :
- quantification (E3) des coefficients à l'aide d'un ensemble prédéterminé de symboles de quantification,
 - 10 - comptage (E6) du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,
 - codage (E6) du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,
 - détermination (E8, E9) de l'emplacement de chacun des
 - 15 coefficients associés à chacun des symboles de quantification, et
 - codage (E10) des emplacements des coefficients.
2. Procédé de codage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les emplacements des coefficients sont déterminés par :
- 20 - les coordonnées d'un coefficient initial (E8) dans l'ensemble de données,
 - des vecteurs de déplacement (E9) pour les autres coefficients, le vecteur de déplacement d'un coefficient étant calculé à partir d'un autre coefficient associé au même symbole.
 - 25
3. Procédé de codage selon la revendication 2, caractérisé en ce que le codage des emplacements des coefficients comporte (E10) un codage entropique des vecteurs de déplacement.
- 30 4. Procédé de codage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les emplacements des coefficients sont représentés par leurs coordonnées dans l'ensemble de données.

5. Procédé de codage selon la revendication 4, caractérisé en ce que le codage des emplacements des coefficients comporte un codage entropique des coordonnées des coefficients.

5

6. Procédé de codage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'ensemble de données est un signal de sous-bande de fréquence résultant d'une décomposition en sous-bandes (E1) d'un signal initial.

10

7. Procédé de décodage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques codé par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,

caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

15

- décodage (E23) du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,

- décodage (E24, E25, E26) de l'emplacement de chacun des coefficients associés à chacun des symboles de quantification,

- mise (E27) de chacun des coefficients à la valeur du symbole de quantification qui lui correspond.

20

8. Procédé de décodage selon la revendication 7, caractérisé en ce que le décodage de l'emplacement d'un coefficient comporte (E25) le décodage du vecteur de déplacement qui lui correspond.

25

9. Procédé de décodage selon la revendication 7, caractérisé en ce que le décodage de l'emplacement d'un coefficient comporte le décodage de ses coordonnées.

30

10. Dispositif de codage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques, l'ensemble de données comportant des coefficients, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens (21) de quantification des coefficients à l'aide d'un ensemble prédéterminé de symboles de quantification,
 - des moyens (22) de comptage du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,
 - 5 - des moyens (23) de codage du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,
 - des moyens (24) de détermination de l'emplacement de chacun des coefficients associés à chacun des symboles de quantification, et
 - des moyens (25) de codage des emplacements des coefficients.
- 10
11. Dispositif de codage selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens (24) de détermination des emplacements des coefficients sont adaptés à les déterminer par :
- les coordonnées d'un coefficient initial dans l'ensemble de
- 15 données,
- des vecteurs de déplacement pour les autres coefficients, le vecteur de déplacement d'un coefficient étant calculé à partir d'un autre coefficient associé au même symbole.
- 20
12. Dispositif de codage selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens (25) de codage des emplacements des coefficients sont adaptés à effectuer un codage entropique des vecteurs de déplacement.
- 25
13. Dispositif de codage selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens (24) de détermination des emplacements des coefficients sont adaptés à les déterminer par leurs coordonnées dans l'ensemble de données.
- 30
14. Dispositif de codage selon la revendication 13, caractérisé en ce que les moyens (25) de codage des emplacements des coefficients sont adaptés à effectuer un codage entropique des coordonnées des coefficients.

15. Dispositif de codage selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, caractérisé en ce qu'il est adapté à traiter un ensemble de données qui est un signal de sous-bande de fréquence résultant d'une décomposition (20) en sous-bandes d'un signal initial.

5

16. Dispositif de décodage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques codé par le dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 15,

caractérisé en ce qu'il comporte :

- 10 - des moyens (40) de décodage du nombre de coefficients associés à chacun des symboles de quantification,
 - des moyens (40) de décodage de l'emplacement de chacun des coefficients associés à chacun des symboles de quantification,
 - des moyens (41) de mise de chacun des coefficients à la valeur du
- 15 symbole de quantification qui lui correspond.

17. Dispositif de décodage selon la revendication 16, caractérisé en ce que les moyens (40) de décodage de l'emplacement d'un coefficient sont adaptés à effectuer le décodage du vecteur de déplacement qui lui correspond.

20

18. Dispositif de décodage selon la revendication 16, caractérisé en ce que les moyens (40) de décodage de l'emplacement d'un coefficient sont adaptés à effectuer le décodage de ses coordonnées.

25 19. Dispositif de codage selon l'une quelconque des revendications 10 à 15, caractérisé en ce que les moyens de quantification, comptage, détermination et codage sont incorporés dans :

- un microprocesseur (100),
 - une mémoire morte (102) comportant un programme pour traiter
- 30 les données, et
- une mémoire vive (103) comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution dudit programme.

20. Dispositif de décodage selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, caractérisé en ce que les moyens de décodage et mise à la valeur sont incorporés dans :

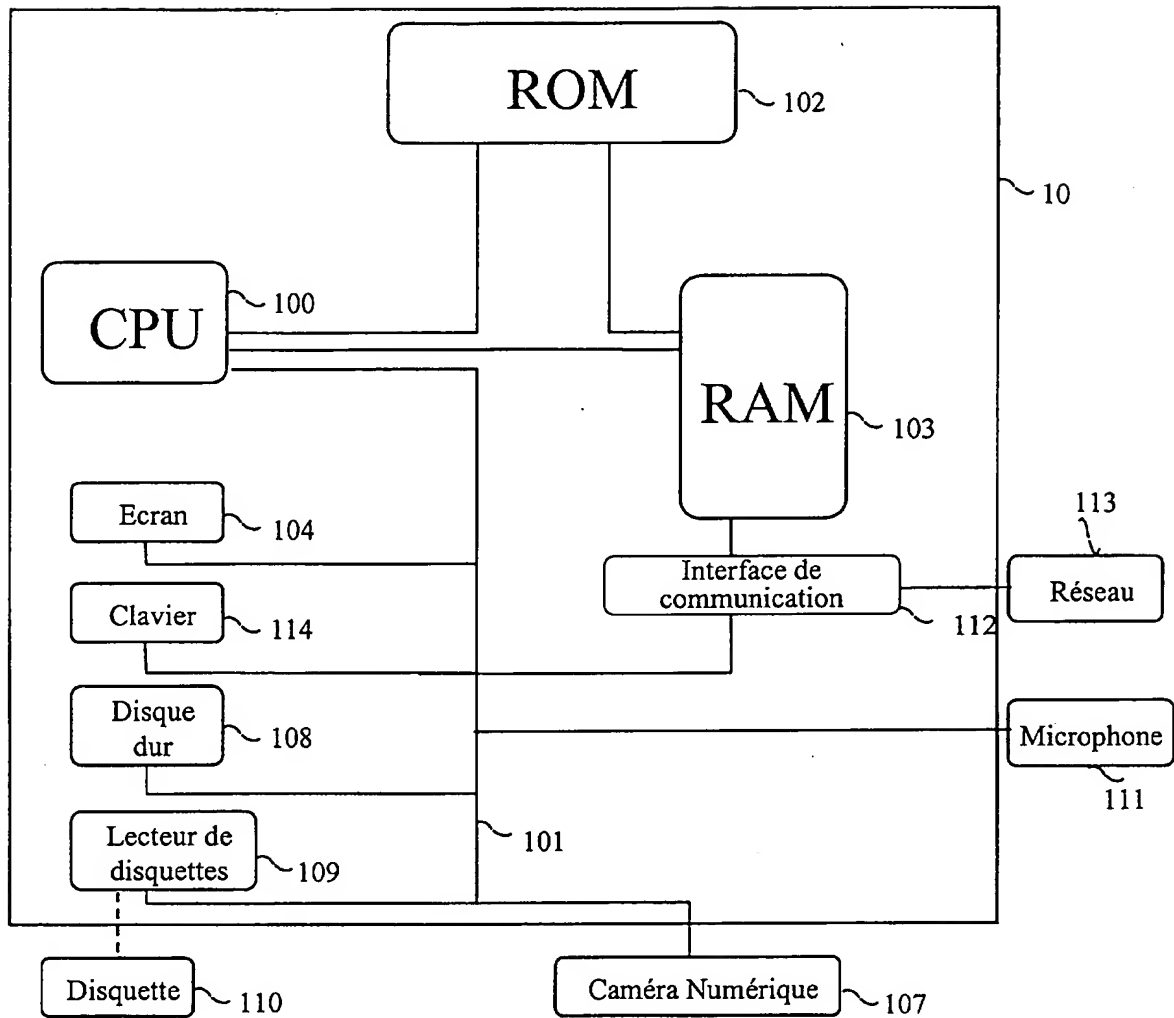
- 5 - un microprocesseur (100),
- une mémoire morte (102) comportant un programme pour traiter les données, et
- une mémoire vive (103) comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution dudit programme.

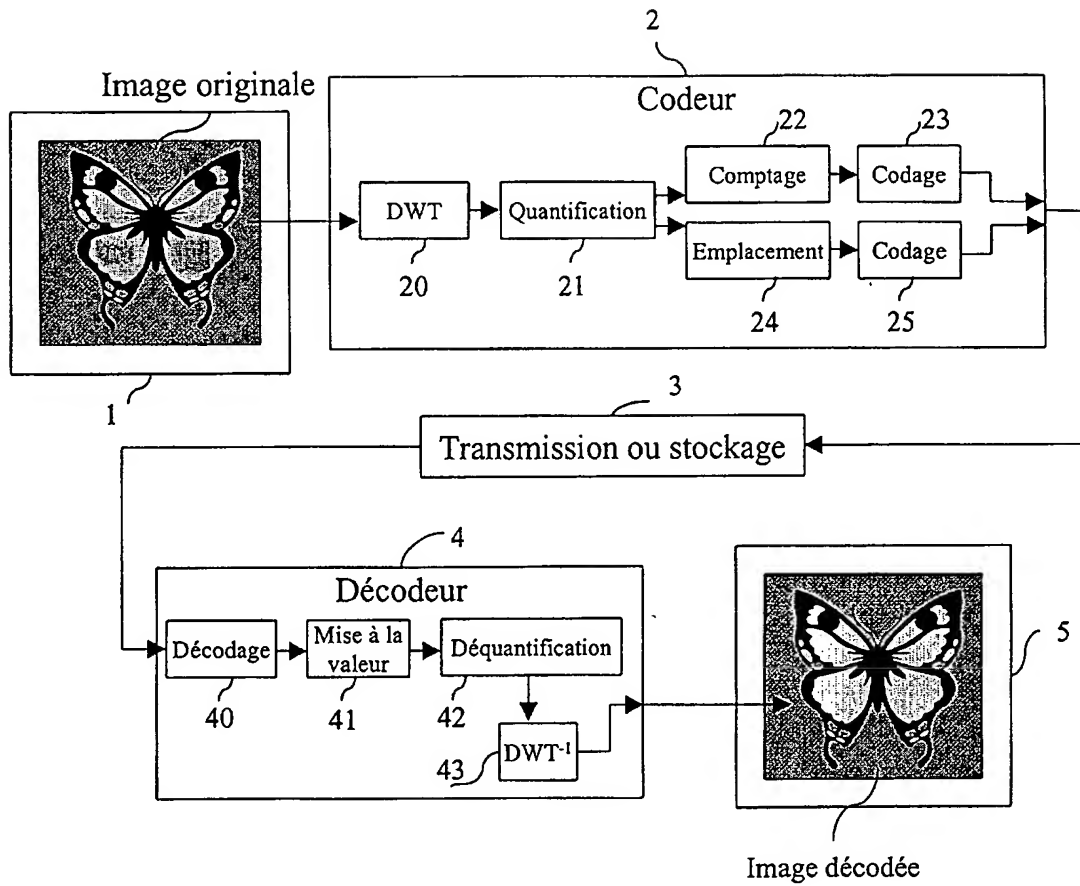
10

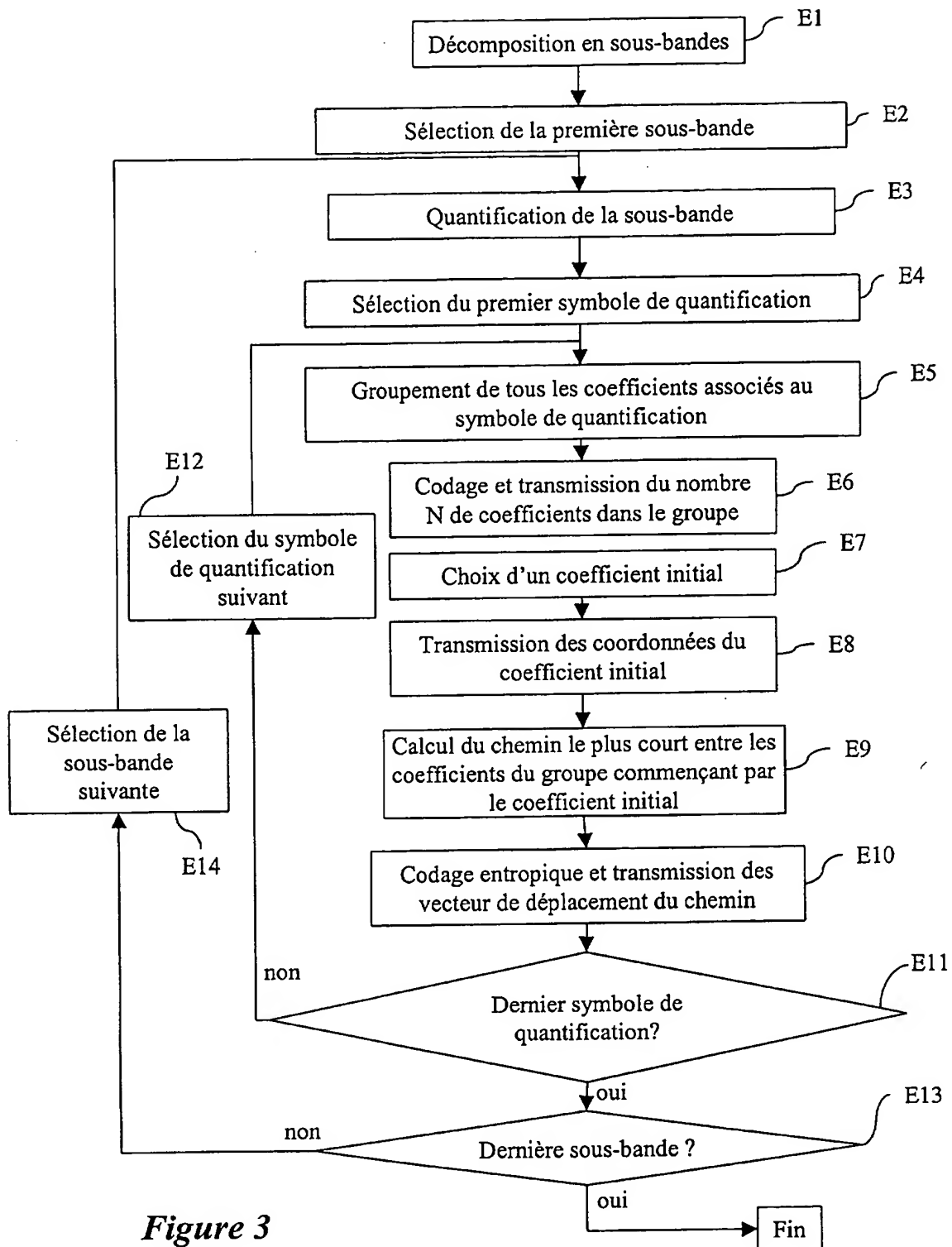
21. Appareil de traitement (10) d'une image numérique, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

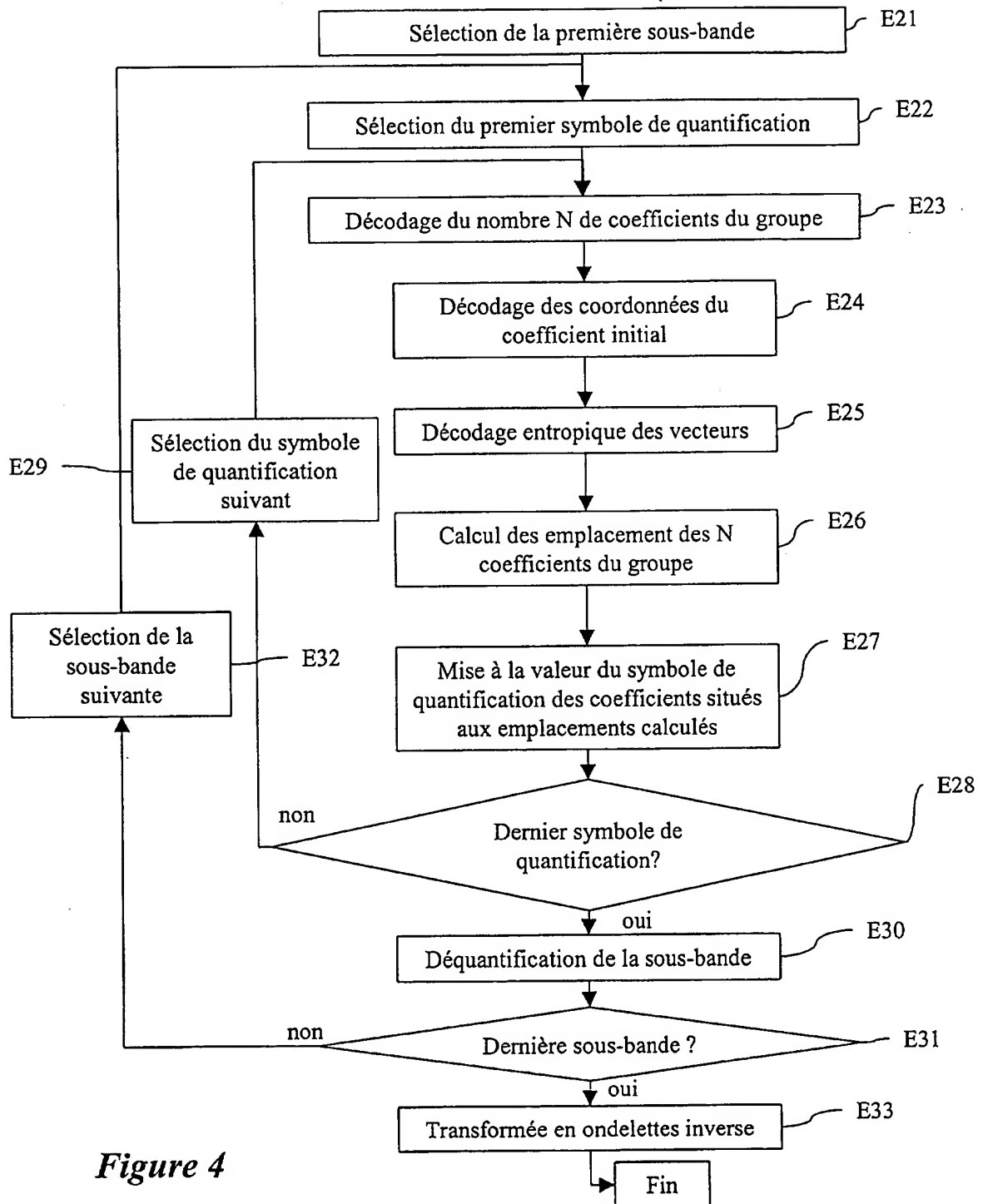
- 15 22. Appareil de traitement (10) d'une image numérique, caractérisé en ce qu'il comporte le dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 20.

20

*Figure 1*

*Figure 2*

*Figure 3*

*Figure 4*

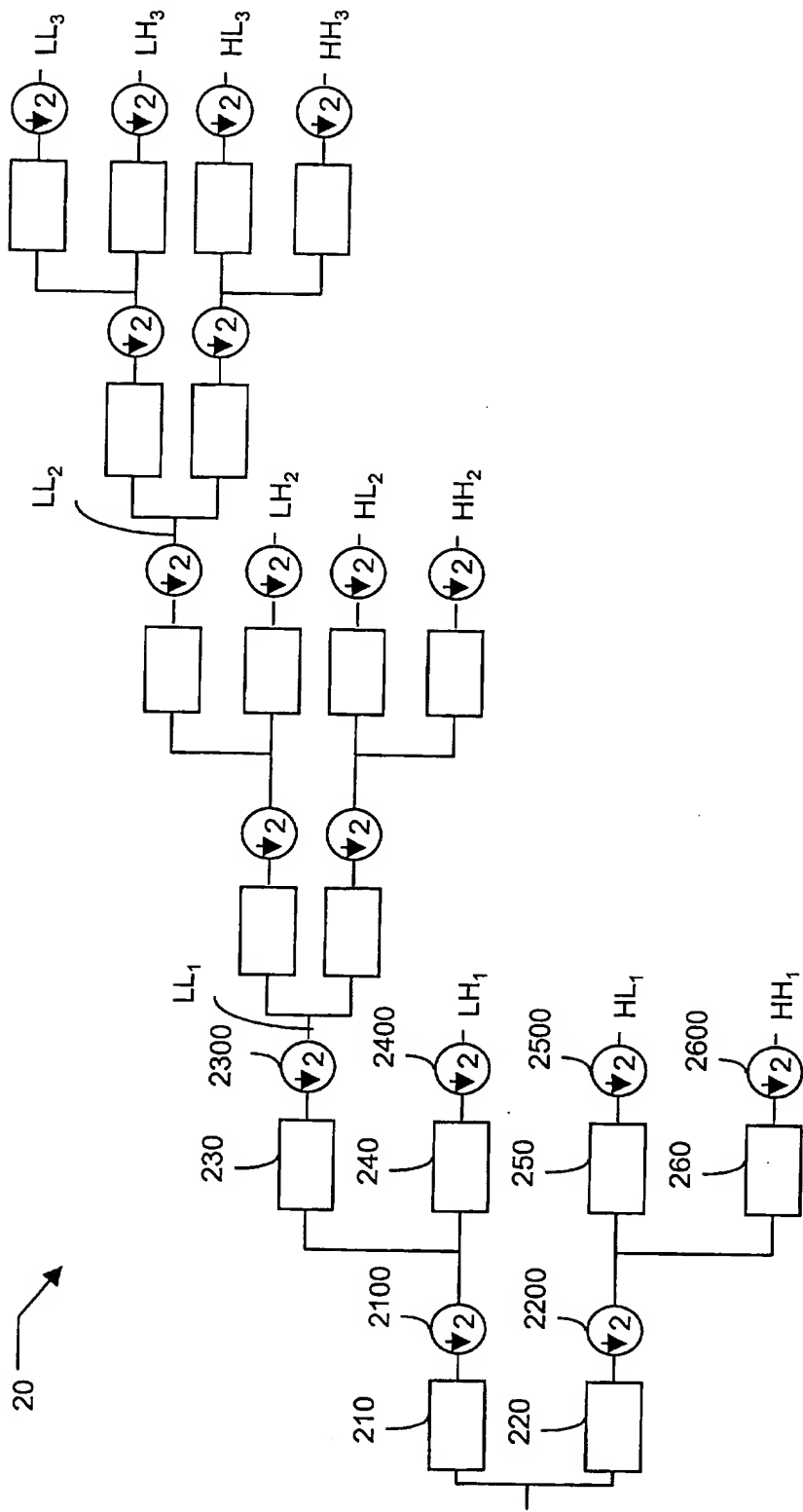


Figure 5

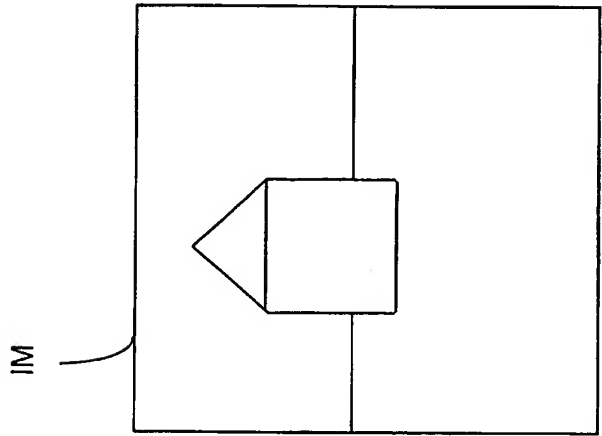


Figure 6

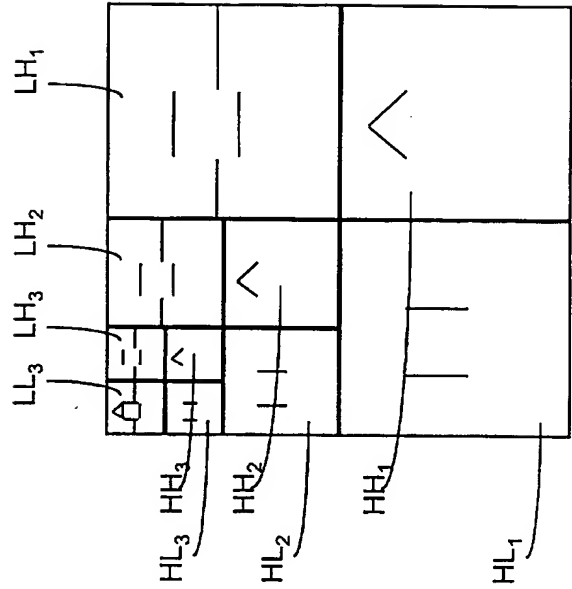


Figure 7



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2831729

N° d'enregistrement
nationalFA 609497
FR 0113922

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 0 926 896 A (RICOH KK) 30 juin 1999 (1999-06-30) ---		G06T9/00 H04N7/30
A	REUSENS E ET AL: "NEW TECHNIQUES FOR SUBBAND/WAVELET TRANSFORM COEFFICIENT CODING APPLIED TO STILL IMAGE COMPRESSION" PROCEEDINGS OF THE SPIE, SPIE, BELLINGHAM, VA, US, no. 1771, 21 juillet 1992 (1992-07-21), pages 444-457, XP008003164 ---		
A	LEE H-K ET AL: "FLEXIBLE VLSI ARCHITECTURE FOR BLOCK-MATCHING MOTION ESTIMATION" IEICE TRANSACTIONS ON INFORMATION AND SYSTEMS, INSTITUTE OF ELECTRONICS INFORMATION AND COMM. ENG. TOKYO, JP, vol: E79-D, no. 6, 1 juin 1996 (1996-06-01), pages 752-758, XP000595181 ISSN: 0916-8532 -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			G06T
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
24 mai 2002		Pierfederici, A	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

2831729

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0113922 FA 609497**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 24-05-2002
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0926896 A	30-06-1999	JP 11191153 A	13-07-1999
		EP 0926896 A2	30-06-1999
		US 6289131 B1	11-09-2001
<hr/>			

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82